

GESCHMACKSPHYSIOLOGISCHE
UNTERSUCHUNGEN
VON SÄUGLINGSNAHRUNGEN

Maria-Elisabeth Wüllenweber

Disbui. München

1988



Aus der Kinderklinik St. Elisabeth in Neuburg/Donau

Vorstand: Professor Dr. Peter Sachtleben

GESCHMACKSPHYSIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

VON SÄUGLINGSNAHRUNGEN

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin

an der Medizinischen Fakultät der

Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Maria-Elisabeth Wüllenweber

aus

Jülich

Jahr

1988

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter ..Prof..Dr..P..Sachtleben.....

Mitberichterstatter ..Prof..Dr..H.B..Hadorn.....

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter

Dekan Prof..Dr..W..Spann.....

Tag der mündlichen Prüfung...14.7.1988.....

Inhaltsübersicht:

	Seite
I. Einführung	1 - 2
II. Zur Pathogenität des Verzehrs hoher Zuckermengen	3 - 9
III. Geschmacksempfindung bei Säuglingen	10 - 15
IV. Vergleichende Untersuchungen natürlicher und künstlicher Säuglingsnahrungen in Bezug auf Trinkmenge und Gewichtszunahme	16 - 23
V. Eigene Untersuchungen über die Süßig- keit von Säuglingsnahrungen und deren Einfluß auf das Trinkverhalten der Kinder	24 - 44
VI. Diskussion	45 - 51
VII. Zusammenfassung	52
VIII. Literaturverzeichnis	53 - 60

I. Einführung

Die Idee zu der vorliegenden Arbeit ergab sich vor einigen Jahren während einer Famulatur in der Kinderklinik Neuburg-Donau.

Die dort verwendeten künstlichen Säuglingsnahrungen schienen Ärzten und Schwestern recht süß zu sein. Die Frage lag nun nahe, ob sie tatsächlich im Vergleich zur Frauenmilch süßer sind und welche Rolle überhaupt die Geschmacksempfindung "süß" in der Säuglingsnahrung spielt. Reagieren Säuglinge auf diesen Geschmacksreiz "süß"? Wie reagieren sie und welche Folgen sind zu erwarten, wenn eine süße Nahrung verfüttert wird? Stimmt die gängige Vorstellung, Süßes führe zur Fettsucht? Sind Säuglinge, die eine süße, künstliche Nahrung erhalten demzufolge dicker, als solche, die mit Frauenmilch ernährt werden?

Das Studium dieser Fragen hat neben dem Interesse, das sie an sich selbst schon beanspruchen, schließlich das Ziel, die Frage zu begründen, ob Adaptation der künstlichen Säuglingsnahrung lediglich nach biochemischen Kriterien erfolgen soll, oder darüber hinaus auch nach solchen der Geschmacksphysiologie.

Die vorliegende Arbeit versucht, durch Literaturstudium und durch eigene geschmacksphysiologische Untersuchungen, diesen Problemen nachzugehen.

Seit Beginn unserer Arbeit ist dem Thema Saccharose in der Säuglingsnahrung in der pädiatrischen Diskussion lebhaftes Interesse entgegengebracht worden. Im Jahre 1983 fand ein von O. Hövels initiiertes Symposium (31) zum Thema statt. Unsere Untersuchungen ergänzen das dort Vorgebrachte. Da sie darüber hinaus schon zuvor konzipiert und zum größten Teil auch durchgeführt wurden, glauben wir, auf eine Veröffentlichung auch heute nicht verzichten zu sollen.

Im folgenden Kapitel gehen wir kurz anhand der Literatur auf die Bedeutung des überhöhten Zuckerkonsums auf verschiedene Krankheiten ein.

Im Kapitel III wird der sich daran anschließend erhebenden Frage nachgegangen, ob Säuglinge überhaupt eine Geschmacksempfindung besitzen, die mit jener von Erwachsenen, von der wir stillschweigend ausgehen, vergleichbar ist. Das IV. Kapitel bietet einen Literatur-Überblick von Arbeiten, die sich mit künstlichen Säuglingsnahrungen im Vergleich zur Frauenmilch beschäftigt haben.

Das V. Kapitel stellt schließlich unsere eigenen Untersuchungen zu diesem Thema dar.

II. Zur Pathogenität des Verzehrs hoher Zuckermengen

Der ansteigende Verbrauch an raffiniertem Zucker, also an kristalliner Saccharose, wird heute von verschiedenen Seiten für bestimmte Krankheiten verantwortlich gemacht oder man schreibt ihm zumindest einen Anteil an ihrer Entstehung zu.

Hierzu gehören als wesentliche: Die koronare Herzkrankheit (KHK), die Hypertonie, die Fettsucht, die Hyperlipidämie und die Zahnkaries.

1. Koronare Herzkrankheit: J. Yudkin (49,50) war einer der ersten im Jahre 1957, der aufgrund epidemiologischer Studien in 15 Ländern dem raffinierten Zucker eine Rolle bei der Entstehung der koronaren Herzkrankheit zuschrieben. Er stellte einen Vergleich auf zwischen dem Anstieg des Zuckerverbrauchs und dem Anstieg der Mortalität der KHK. Dabei konnte er hier eine Korrelation nachweisen, das heißt, sowohl der Zuckerverbrauch als auch die Mortalität an KHK stiegen stark an. Er überprüfte auch andere Parameter, wie zum Beispiel den pflanzlichen und tierischen Fettverzehr und die Zunahme der Radio- und Fernsehlizenzen, wobei auch hier gleichsinnige Anstiege auffielen, ein Hinweis dafür, daß es sich um ein multifaktorielles Geschehen handelt und insbesondere eine Koinzidenz nicht auszuschließen ist.

Andere epidemiologische Studien, etwa von McCandy und Mitarbeitern (27), A. R. P. Walker (43), A. Keys (22) und J. N. Morris und Mitarbeitern (29) zeigten jedoch, daß der Zuckerverbrauch von Patienten mit KHK nicht signifikant höher liege als bei der Normalbevölkerung. Außerdem führen A. Keys (22) und A. R. P. Walker (43) an, daß der Zuckerverbrauch in Südamerika sehr hoch ist, dort jedoch nur eine niedrige Rate an KHK beobachtet wird.

F. Grande (16) faßt deshalb zusammen, daß bisher noch kein ausreichender Beweis erbracht werden konnte für einen Zusammenhang zwischen Zuckerverbrauch und KHK. Vielmehr gibt es sogar Hinweise darauf, daß der Zucker keinen Einfluß auf die Entstehung der koronaren Herzkrankheit ausübt.

2. Hypertonie: Auch die Zusammenhänge zwischen erhöhtem Blutdruck und Saccharosekonsum sind unklar. H. G. Preuss und R. D. Fournier (34) fassen die zu diesem Thema erschienenen Arbeiten zusammen und kommen zu dem Schluß, daß eine überhöhte Zuckeraufnahme unter Umständen den Blutdruck beeinflussen können.

Die meisten Untersuchungen hierzu erfolgten an Ratten. So ließ sich z. B. nachweisen, daß bei Ratten, deren Nahrung aus 68% Saccharose und 18% Protein bestand, ein um 30 mm Hg erhöhter Blutdruck nach drei Wochen vor-

find, gegenüber einer Gruppe, die 64% Protein und 22% Saccharose erhielt. Die übrigen Nahrungsbestandteile waren identisch, der Verlauf der Gewichtskurve bei beiden Gruppen gleich. Der erhöhte Blutdruck blieb über zehn Wochen bestehen. Beim Menschen konnten solch starke Veränderungen der Werte bisher nicht nachgewiesen werden.

3. Fettsucht: Die allgemeine Annahme, ein hoher Zuckerverbrauch führe zur Fettsucht, kann so nicht aufrecht erhalten werden. In einigen epidemiologischen Studien hat es sich gezeigt, daß der Zuckerverbrauch bei adipösen Menschen nicht höher ist, als bei schlanken (z. B. K. M. West 46, A. R. P. Walker 44, 45, H. Keen und Mitarbeiter 21).

Zur Entstehung der Fettsucht tragen viele Faktoren bei. F. Q. Nuttal und M. C. Gannon (33) nehmen hierfür in den industrialisierten Ländern das erhöhte Angebot von Nahrung an, das besonders bei prädisponierten Menschen, gemeinsam mit einem verminderten Energieverbrauch (durch verminderte Körperarbeit infolge Mechanisierung) zur Fettsucht führt.

4. Hyperlipidämie: F. Grande (16) bemerkt in seiner verschiedenen Arbeiten zusammenfassenden Studie, daß raffinierter Zucker bei Menschen mit normalen Blutfetten keinen anderen Effekt auf die Serumlipide hat, als



die Stärke in anderen Speisen, d. h. Cholesterin und Triglyceride werden nicht in signifikanter Weise erhöht.

Andererseits konnte bei einem Teil hyperlipidämischer Patienten eine Erhöhung der Blutfette nach Saccharose festgestellt werden, wobei jedoch auch die Art des in der Diät enthaltenen Fettes eine Rolle spielt. Hier sind die Studien von R. B. McCandy und Mitarbeitern (28), M. A. Antar und Mitarbeitern (1), B. L. Birchwood und Mitarbeitern (3) und J. A. Little (26) anzuführen.

5. Diabetes mellitus: Für den Erwachsenen diabetes (Typ II) läßt sich bisher kein Beweis erbringen, daß er durch Saccharose induziert sein könnte. H. A. Kahn und Mitarbeiter (20) fanden sogar einen geringeren Zuckerverbrauch bei Patienten, die später einen Diabetes mellitus entwickelten. Vielmehr kommt hier nach K. M. West (12) der Adipositas eine bedeutende Rolle zu.

Über den Typ I-Diabetes berichten die Autoren nicht näher, wohl aufgrund der anderen Stoffwechsellaage und des meist schon sehr frühen Auftretens.

6. Zahnkaries: Die Beziehung zwischen Zuckerkonsum und Zahnkaries ist häufig und weltweit dargestellt worden, so z. B. in den Studien von A. L. Russel (35) und A. Scheinin und Mitarbeitern (36).

F. Q. Nuttal und M. C. Gannon (33) konstatieren, nicht der Zucker an sich sei kariogen, sondern Bakterien, die diesen Zucker für ihren Stoffwechsel benötigen, wobei Milchsäure entsteht, die den Schmelz der Zähne angreift.

In diesem sehr kurzen Abriß stellt sich die Diskussion um den Zucker kontrovers dar. Eine eindeutige Kausalität läßt sich bisher nur bei der Zahnkaries nachweisen.

Bei allen anderen aufgeführten Krankheiten scheinen dagegen viele Faktoren für die Entstehung verantwortlich zu sein, unter welchen dem Zucker keine bisher eindeutig nachweisbare Bedeutung zukommt.

Einen Überblick über die vielfältigen Wirkungen und Beziehungen der Saccharose, gibt das im Jahre 1983 stattgefundene Nestlé-Symposium (31). Hier ging es um die Bedeutung der Saccharose für die Ernährung des Kindes und deren spätere Auswirkungen.

K. Schreier gab dort einen geschichtlichen Überblick über Honig, Rohr- und Rübenzucker und deren Zusatz zu Kindernahrungen.

V. Pudel wies auf die besondere Schwierigkeit hin, das Süße ernährungspsychologisch zu umreißen. Er nimmt, wie auch wir später in Kapitel III sehen, eine angeborene Präferenz für "süß" an und geht auf die ambivalente Haltung ein, die dem Süßen entgegengebracht wird.

Einerseits wird es mit positiven Merkmalen belegt, zum Beispiel Süßes als Nervennahrung, andererseits hat es viele negative Aspekte: Süß schädigt die Zähne, macht dick, ist nicht gesund. Subjektiv besteht ein großes Bedürfnis nach süß, während objektiv kein Bedarf für die Mengen nachweisbar ist, die konsumiert werden.

Ob die Süßigkeiten tatsächlich die ihnen unterstellten Eigenschaften und Auswirkungen haben, ist, wie auch aus den obigen Ausführungen schon hervorgeht, unklar.

H. Förster geht im Verlauf seines Vortrages auch auf die Bedeutung der Saccharose auf die Entstehung verschiedener Krankheiten ein. Er weist vor allem darauf hin, daß man bei diesen Erkrankungen, wie Herzinfarkt, Arteriosklerose, Gicht u.s.w., nicht dem Zucker allein eine Bedeutung zukommen lassen darf, sondern, daß auch andere Faktoren, wie Überernährung und Fasermangel eine Rolle spielen. Man kann den Zucker, bzw. den Zuckerkonsum nicht isoliert betrachten, sondern muß die übrigen Faktoren der Ernährung mit einbeziehen.

Auf die an sich als gesichert geltende Beziehung zwischen Saccharosekonsum und Karies geht K. E. Bergmann ein. Er weist jedoch auf Studien hin, woraus hervorgeht, daß einerseits in Japan, wie F. Yamada (47) berichtet, der verminderte Faser- und erhöhte Fleischkonsum eine Rolle zu spielen scheinen, und auf der anderen

Seite spielt sicher die Trinkwasserfluoridierung laut W. Künzel (24) eine Rolle in der Verhinderung von Karies. So scheint also auch die Karies nicht eine Krankheit zu sein, die allein auf den Saccharosekonsum zurückzuführen ist, sondern hier spielt ein ebenfalls ganzer Komplex von Faktoren eine Rolle.

Auf den Vortrag von E. E. Ziegler wird im IV. Kapitel genauer eingegangen.

Im letzten Vortrag raten G. Schöch und M. Kerstin, den Zuckerkonsum zu reduzieren, auf den zeitlichen Einbau von Süßigkeiten in den Speiseplan zu achten und für ausreichende Mundhygiene zu sorgen.

III. Geschmacksempfindung bei Säuglingen

R. M. Bradley und I. B. Stern (4) konnten mit ihren Untersuchungen 1967 zeigen, daß sich in der 11. Schwangerschaftswoche beim Feten die vorläufigen Geschmacksknospen ausbilden. Sie entwickeln sich in der 12. bis 14. Woche weiter zur Geschmackspore und in der 13. bis 15. Woche ist dann die endgültige Geschmacksknospe entstanden. Die Geschmacksknospen sitzen in großer Zahl an den Seitenwänden der Papillae vallatae, in geringerer Zahl an den Papillae fungiformes und foliatae.

Um Zahl und Verteilung der Geschmackspapillen festzustellen untersuchten E. Lalonde und J. A. Eglitis (25) Präparate eines 18 Stunden alten Neugeborenen. Sie führen zunächst F. Heidrich (17) an, der schon 1906 bei Neugeborenen 2 000 bis 3 000 Geschmackspapillen auf der Zunge allein fand. Lalonde und Eglitis fanden eine große Anzahl von Papillen in Bereichen außerhalb der Zunge, nämlich 2 583, wobei sich 419 am weichen Gaumen, 48 an der Vallecula epiglottica, 949 an der Epiglottis, 267 im oralen Pharynxbereich, 656 im Larynxbereich und 241 im Vestibulum laryngis befanden.

L. B. Arrey und Mitarbeiter (2) stellten Beobachtungen an über die Anzahl der Geschmacksknospen, die an einer Papille sitzen und untersuchten deren zahlenmäßige Veränderung im Verlauf des Lebens. Ihre Daten von Individuen im Alter von 20 bis 85 Jahren stellen sie zusammen dar mit den Daten von F. Heidrich (17), der Präparate

von Individuen zwischen 0 und 20 Jahren untersucht hatte.

Die Zahl der Knospen pro Papille bleibt in den ersten 20 Jahren bemerkenswert gleich, im Durchschnitt 245. Sie sinkt dann im weiteren Verlauf des Lebens auf 208 und fällt im Greisenalter im Durchschnitt auf 88 ab. Es bleibt also festzuhalten, daß im Säuglings- und Jugendalter die Anzahl der Geschmacksknospen am höchsten ist.

Bisher handelte es sich um morphologische Untersuchungen zur Entwicklung und Anzahl der Geschmacksknospen. Die nun folgenden Studien untersuchen, inwieweit Zuckerlösungen und damit die Geschmacksempfindung "süß" einen Effekt auf Saugrhythmus, Herzfrequenz und Ausdruck des Säuglings haben.

C. K. Crook (7) stellte fest, daß Neugeborene im Vergleich zu Wasser auf kurz angebotene Saccharoselösungen mit verstärktem Saugen reagieren. Verwendet wurden Lösungen von 0.05 M bis 0.575 M Saccharose. Zunächst steigt die Sauglänge an, über 0.375 M fällt sie jedoch wieder ab. Dies könnte auf eine Mißbehagensschwelle hinweisen, aber auch bedeuten, daß die Säuglinge die Lösungen länger im Mund behalten, um die Süße auszukosten. Bei der Verwendung von Salzlösungen war die Reaktion zwar wesentlich schwächer, jedoch war immer noch ein Unterschied zu Wasser festzustellen.

G. H. Nowlis und W. Kessen (32) stellten 1976 in ihrer Studie einen ähnlichen Effekt fest. Sie fanden, daß Neugeborene auf Zuckerlösungen mit einem verstärkten Druck des vorderen Zungenanteils reagierten.

Geht man von einer Saugdruckskala von 1 bis 3 aus, so betrug der Saugdruck bei 0.277 M Glukose 0,9, bei 0.555 M Glukose ca. 2,0. Für Saccharose dagegen konnte schon bei 0.058 M ein Saugdruck von ca. 1,3, und bei 0.117 M von 2,2 festgestellt werden. Saccharose war also bei wesentlich niedrigeren Konzentrationen sogar noch wirksamer als Glukose bei hohen Konzentrationen.

Die Unterscheidungsfähigkeit von 1 bis 3 Tage alten Neugeborenen für verschiedene Zucker untersuchten J. A. Desor, O. Maller und R. E. Turner 1973 (9). Es wurden den Säuglingen Zuckerlösungen aus Saccharose, Fruktose, Glukose und Laktose (jeweils 0,05, 0,1, 0,2 und 0,3 M) für je drei Minuten geboten und die aufgenommene Menge registriert. Nach kurzer Pause wurde jeweils Wasser zur Spülung gegeben. Die Säuglinge unterschieden deutlich zwischen Wasser und Zuckerlösungen. Es wurden im Durchschnitt 14 ml Saccharose und Fruktose aufgenommen, von den weniger süßen Kohlehydraten Laktose 10 ml, Glukose 8 ml. Wasser wurde zwischen 6 und 8 ml aufgenommen.

C. K. Crook und L. P. Lippsitt (8) untersuchten 1976 das Verhältnis zwischen Saugrhythmus und Herzfrequenz.

Bei 15%iger Saccharoselösung waren die Saugintervalle zwar länger, als bei 5%iger Saccharoselösung, jedoch stieg die Herzfrequenz gegenüber der 5%igen, also weniger süßen Lösung stark an.

Der Gesichtsausdruck als Anzeichen des Befindens interessierte J. E. Steiner. Ihm gelang es in seiner Studie 1979 (37), jeder der vier Geschmacksqualitäten bestimmte Reaktionen zuzuweisen. Auf "süß" zeigte sich eifriges Saugen, Zurückziehen der Mundwinkel und ein befriedigter Gesichtsausdruck, ähnlich einem Lächeln.

"Sauer" und "bitter" riefen Unbehagensäußerungen hervor, während die Reaktion auf "salzig" sehr unterschiedlich war und sich nicht genau charakterisieren läßt.

In den bisherigen Studien zeigte es sich also deutlich, daß Neugeborene auf die Geschmacksqualität "süß" reagieren, und zwar in positiver Art, die sich darin äußert, daß sie süße Nahrung schneller und in größerer Menge zu sich nehmen, als nicht gesüßte oder weniger süße.

Im Gegensatz zu diesen vielen Untersuchungen, widerspricht eine Studie von M. S. Brown und C. C. Grunfeld von 1980 (6) der bisherigen These, daß Säuglinge die süße Nahrung bevorzugen.

Sie untersuchten 40 Säuglinge im Alter von 6 bis 7 Mo-

naten. Alle wurden zunächst in den ersten drei Lebensmonaten gestillt, erhielten somit also die gleiche Nahrung. Im 4. Monat begann die zusätzliche Fütterung. 20 Säuglingen wurde eine mit Saccharose zusätzlich gesüßte Fruchtzubereitung gegeben, während die Übrigen dieselbe Fruchtzubereitung ohne Saccharosezusatz erhielten. Drei Monate später begann die eigentliche Testperiode. In abwechselnder, genau festgelegter Reihenfolge erhielten die Säuglinge über 4 Wochen einmal eine gesüßte, einmal eine ungesüßte Fruchtzubereitung. Die ursprüngliche Annahme, daß die Süße gewohnten Kinder eine stärkere Affinität zur gesüßten Fruchtzubereitung zeigen würden, ließ sich nicht bestätigen. Außerdem konnte kein Unterschied in der Bevorzugung einer der beiden Nahrungen zwischen beiden Gruppen festgestellt werden. Die zuckerungewohnten Säuglinge nahmen durchschnittlich von beiden Fruchtzubereitungen mehr zu sich, nämlich 1 209,67 g, als die Zuckergewohnten (950,46 g).

Im Unterschied zu den bisherigen Studien wurden hier wesentlich ältere Säuglinge untersucht, nämlich 6 bis 7 Monate alte. Weiter berücksichtigt sie nur einen Nahrungsbestandteil, die übrige Nahrung läßt sie unberücksichtigt. Allerdings untersucht sie über einen längeren Zeitraum die Aufnahmemenge und nicht, wie bei den übrigen Studien, die körperlichen Reaktionen auf einen momentan gebotenen Süßreiz. Die Arbeiten lassen sich also nicht ohne weiteren miteinander vergleichen, da unter-

schiedliche Versuchsansätze vorliegen.

Festzuhalten bleibt: Es besteht eine in verschiedenen Arbeiten mit unterschiedlicher Methodik nachgewiesene positive Reaktion auf den Geschmack "süß", spätere Auswirkungen ^{analog} der Nahrungsaufnahme wird jedoch nur in der letzten Studie referiert, die keinen Einfluß des süßen Geschmacks der Nahrung gefunden hat.

IV. Vergleichende Untersuchungen natürlicher und künstlicher Säuglingsnahrungen in Bezug auf Trinkmenge und Gewichtszunahme

In der Literatur findet man zu diesem Thema verschiedene Arbeiten, die im wesentlichen zwei unterschiedlichen Thesen anhängen.

These Nr. 1: Säuglinge, die eine künstliche Ernährung erhalten und früh mit fester Nahrung ernährt werden, erreichen als Säuglinge und auch später ein höheres Körpergewicht als Säuglinge, die während der ersten Zeit ihres Lebens nur Muttermilch erhalten haben.

These Nr. 2: Es macht keinen Unterschied, ob die Säuglinge Brust oder Flaschennahrung erhalten, die Gewichtszunahme und die Frage, ob ein Kind zu dick wird oder nicht, scheint in anderen Faktoren begründet zu sein.

Diese Arbeiten fragten sich vor allen Dingen: Wie kommt es zu Überernährung und Fettsucht? Welche Faktoren spielen eine Rolle?

Zu den wichtigsten Arbeiten zu diesen beiden Thesen gehören folgende:

C. G. D. Brook (5) hat 1972 die These aufgestellt, daß

es eine sensitive Periode gibt, in der die Menge der Fettzellen festgelegt wird. Er nimmt dafür die Zeit ab der 30 Schwangerschaftswoche bis zum Ende des ersten Lebensjahres an. Dies wäre also die Zeit, in der es sich in gewisser Weise entscheidet, ob ein Kind später adipös sein wird oder nicht. Es wäre also hierfür entscheidend, welche Art von Nahrung oder besser, wieviel Nahrung ein Säugling in dieser sensiblen Zeit erhält.

L. S. Taitz (40) hat 1971 in Sheffield (England) eine Untersuchung mit 261 Kindern ausgeführt. 21 waren an der Brust gestillt worden, alle anderen waren mit künstlichen Milchen ernährt worden. Es handelte sich dabei um kommerzielle Flaschennahrungen verschiedener Herkunft. Er stellte fest, daß künstlich ernährte Kinder bis zum Alter von 6 Wochen ein höheres Gewicht erreichten, als aufgrund ihres Geburtsgewichtes vorhergesagt. Bei Geburt waren 6,7% der künstlich ernährten Säuglinge über der 90. Percentile (Tanner, 41), im Alter von 6 Wochen waren es immerhin schon 38%.

Im Gegensatz dazu waren von den Brustkindern bei Geburt nur 4,8%, nach 6 Wochen 19,1% über der 90. Percentile. Die Untersuchung ergab also eine deutliche Tendenz zu Übergewicht bei Säuglingen, die künstlich ernährt worden sind. In dieser Untersuchung wurden die Säuglinge frei ernährt, der Saccharosegehalt der Nahrung nicht besonders berücksichtigt.

Es stellt sich nun die Frage, wie die weitere Entwicklung solcher Kinder verläuft.

E. E. Eid (14) veröffentlichte 1970 eine Studie, in der das Gewicht 6- bis 8jähriger Kinder mit dem Gewicht verglichen wird, das mit 6 Wochen, 3 Monaten und 6 Monaten gewogen worden war. Es zeigte sich, daß die Kinder, die im ersten Lebensjahr schnell an Gewicht zunahmen, also Übergewichtig waren, auch später im Alter von 6 bis 8 Jahren schwerer waren, bzw. häufiger Übergewichtig waren. Ernährung mit Muttermilch oder künstliche Ernährung hatten jedoch keinen signifikanten Einfluß auf das spätere Gewicht.

Eine Studie von T. Melbin und J.-C. Vuille (30) stellte 1976 einen geschlechtsspezifischen Unterschied fest. Sie führten eine retrospektive Untersuchung bei 963 10jährigen Kindern durch. Jungen, die im Säuglingsalter schnell an Gewicht zunahmen, waren im Alter von 10 1/2 Jahren signifikant Übergewichtig, wohingegen diese Signifikanz für Mädchen nicht festgestellt werden konnte.

Die bisher erwähnten Studien beschäftigten sich also mit der Frage, ob Übergewicht oder schnelle Gewichtszunahme im Säuglingsalter zu Übergewicht mit allen seinen Folgen bei älteren Kindern führen würde. Sie kamen zu dem Ergebnis, daß eine Korrelation besteht.

Dagegen konnten J. S. Vobecky und Mitarbeiter (42), die die tägliche Nahrungsaufnahme über drei Jahre hinweg beobachteten, diese Korrelation nicht bestätigen. Sie konnten keinen Unterschied in der Gewichtsentwicklung zwischen Kindern, die gestillt wurden und solchen, die eine künstliche Milch erhielten, feststellen.

T. Sveger und Mitarbeiter berichteten in einer 1. Studie (39) mit 243 Kindern im Alter von 1 1/2 bis 2 1/2 Jahren, daß 50 % der im Säuglingsalter adipösen Kinder adipös geblieben sind. In der nachfolgenden Studie (38), in der die Kinder im Alter von 4 Jahren nachuntersucht worden sind, stellten sie fest, daß die Rate der Kinder, die früher adipös waren (9 %), nun auf 2 % gesunken war. Auch diese Studien können also die oben aufgestellte These, derzufolge Übergewichtige Säuglinge später Übergewichtige Kinder werden, nicht voll unterstützen.

Es stellt sich nun die Frage, ob die Gewichtszunahme und damit das Risiko der Überernährung und Fettsucht von der Zusammensetzung der Nahrung abhängt, die geboten wird.

Eine ganze Reihe von Studien, meist Mitte der 70er Jahre entstanden, weist nach, daß keine signifikanten Unterschiede in der Gewichtszunahme zwischen Säuglingen besteht, die mit Muttermilch ernährt wurden und solchen, die eine künstliche Milch erhielten:

758 Kinder untersuchte M. De Swiet (10). Das Gewicht zeigte mit 6 Wochen bzw. 6 Monaten keine signifikante Abhängigkeit davon, ob die Kinder mit Frauen- oder Flaschenmilch ernährt wurden. Auch spielte die frühe Einführung fester Nahrung keine Rolle.

Auch Sh. Dubois (12) kam zu einem ähnlichen Ergebnis. Sie verglich bei jeweils 50 dicken und normalgewichtigen 4 bis 9 Monate alten Säuglingen die Energieaufnahme, die Muttermilchanamnese, die frühe Einführung fester Nahrung und, ob die Mutter auf die "Sattsignale" ihres Kindes achtete. Sie konnte keinen charakteristischen Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen von normalgewichtigen und dicken Kindern finden.

Auch Y. Hofander und Mitarbeiter (18) konnten bei 150 Kindern, von denen 75 Frauenmilch erhielten und 75 Flaschenmilch, keinen Unterschied in der Aufnahme von kcal/kg Körpergewicht feststellen. Das bestätigen auch die Untersuchungen von D. Holley und D. Cullen (19), M. S. Dine und Mitarbeiter (11), A. E. Dugdale (13) und D. L. Yeung und Mitarbeiter (48).

L. Köhler und Mitarbeiter (23) veröffentlichten 1984 eine Studie, aus der hervorgeht, daß die sogenannten Flaschenkinder zwar größere Energiemengen (15 % mehr) im Alter von 6 und 14 Wochen aufnahmen, als die Brustkinder, jedoch Größe, Gewicht und Hautfaltendicke annä-

hernd gleich war wie bei den Brustkindern.

Es hat sich in diesen Arbeiten gezeigt, daß die Gewichtszunahme eines Säuglings anscheinend nicht von der Art der Nahrung abhängt, die geboten wird, sondern daß andere Faktoren die aufgenommene Nahrungsmenge beeinflussen. In beiden Gruppen, künstlich und natürlich ernährt, gab es jeweils normalgewichtige und zu dicke Kinder.

Zusammenfassung: Einige dieser Arbeiten zeigen also einen deutlichen Einfluß verschiedener Nahrungen auf das Gewicht (L. S. Taitz, 40, T. Melbin, 30), andere konnten dagegen keinen Einfluß nachweisen: M. De Swiet 10, Y. Hofander 18, D. Holly 19, M. S. Dine 11, A. E. Dugdale 13, D. L. Yeung 48.

Kritisch gesagt werden muß jedoch, daß eine wohldefinierte Nahrung, nämlich Frauenmilch, einer Vielzahl schlecht definierter künstlicher Nahrungsgemische gegenübergestellt worden ist. Besonders die Frage des Geschmacks der einzelnen Nahrungen ist in keinem Fall berücksichtigt worden. Lediglich bei S. J. Fomon und E. E. Ziegler (15) findet dieser doch so naheliegende und wichtige Faktor Berücksichtigung: Sie verwendeten in ihrer Untersuchung zwei bis auf die Kohlenhydrate identische Nahrungen. Diese bestanden einmal aus Saccharose 7g%, folglich schmeckte sie süß, die 2. Nahrung ent-

hielt das Maisstärkehydrolysat Polycose, ebenfalls in der Konzentration von 7g%, welche kaum süß schmeckte.

Es wurden zwei Gruppen von je 8 weiblichen Säuglingen gebildet, die ab dem 8. Lebenstag jeweils für 28 Tage eine der beiden Nahrungen erhielten. Nach 28 Tagen wurde gewechselt. Dieser Vorgang wiederholte sich noch zweimal. Gefüttert wurde ad libitum. Gemessen wurden: Trinkmenge, Länge, Gewicht, Hautfaltendicke. Das Resultat ergab folgendes: Die Säuglinge nahmen bei der mit Saccharose gesüßten Nahrung mehr Menge und damit mehr Energie / kg Körpergewicht auf als bei der anderen Nahrung. Dennoch fand sich kein signifikanter Unterschied in der Gewichtszunahme und der Hautfaltendicke. Lediglich das Längenwachstum war bei der jeweils mit Polycose ernährten Gruppe etwas größer.

Diese Arbeit zeigt also, daß von der Saccharose-gesüßten Nahrung größere Mengen getrunken worden sind. Paradoxerweise ist jedoch keine höhere Gewichtszunahme eingetreten. Als Erklärung hierfür führt E. E. Ziegler, der diese Untersuchung auch auf dem Nestlé-Symposium vortrug, den kurzen Beobachtungszeitraum von je 28 Tagen an, außerdem hält er trotz erhöhter Kalorienaufnahme bei der süßeren Nahrung eine geringere Kalorienretention für möglich. Er möchte jedoch weitere Untersuchungen zu diesem Ergebnis durchführen, um eine Erklärung hierfür zu finden.

Unsere eigenen Untersuchungen, die schon vor längerer Zeit durchgeführt worden sind, hatten ein ähnliches Ziel, wie die vorstehend referierte Arbeit von Fomon und Ziegler: Es sollte der Einfluß des Geschmacks der Nahrung auf die getrunkene Menge geprüft werden.

V. Eigene Untersuchungen über die Süßigkeit von Säuglingsnahrungen und deren Einfluß auf das Trinkverhalten der Kinder

Aus der Literatur hat sich ergeben, daß Säuglinge nicht nur reichlich Geschmackspapillen besitzen, sondern süße Nahrung bevorzugt zu sich nehmen.

Zu den Zeiten vor 50 oder mehr Jahren stellte es noch das größte pädiatrische Problem dar, den Säuglingen ausreichend künstliche Nahrung überhaupt ohne Gefahr zuzuführen. Heute hat sich diese Problematik umgekehrt. Infolge der Fortschritte der hygienischen Milchverarbeitung ist Nahrung nicht mehr schwierig anzuwenden, sondern eher zu einfach. Die Folge ist heute die Überfütterung der Säuglinge als ein pathogenes Moment. Spastische Bronchitis, Rachitis und allgemeine Krankheitsanfälligkeit seien als Beispiele hierfür genannt.

Da brustgestillte Säuglinge hierunter weit weniger leiden und Frauenmilch weit weniger süß schmeckt als manche künstliche Nahrung, erhob sich uns die Frage, ob die Überfütterung durch künstliche Säuglingsnahrung auf ihren Süßegeschmack zurückzuführen sei.

Das hier zugrundeliegende Problem läßt sich in die Frage fassen, ob der Mensch aus Hunger esse oder aus Appetit. Aus Hunger würde er auch weniger angenehm schmeckende Nahrung zu sich nehmen, bis die physiologischen

Bedürfnisse gestillt sind. Aus Appetit aber würde er darüberhinaus weiter essen - einfach um des Genusses willen. Diese sich in der heutigen Überflußgesellschaft ganz allgemein stellende Frage wollten wir in unseren Untersuchungen bei Säuglingen prüfen.

Säuglinge sind den vielen suggestiven und emotional-affektiven Einflüssen in Bezug auf das Essen noch nicht zugänglich und stellen deshalb eine relativ sichere Probandengruppe dar.

Hierzu haben wir als erstes zu testen versucht, wie Erwachsene die Süße einiger Kunstnahrungen im Vergleich im Schmeck-Test beurteilen.

I. Schmeckversuch:

Prinzip: Es wurde ein Geschmacksvergleich arrangiert, zwischen reifer Frauenmilch und 6 künstlichen Säuglingsnahrungen, von denen jeweils eine Verdünnungsreihe hergestellt wurde.

Methode: Ausgewählt wurden 6 künstliche, kommerziell hergestellte Säuglingsmilchen, wovon eine adaptiert an Frauenmilch ist, die übrigen teiladaptiert. Sie gehören zu den am meisten verfütterten Säuglingsnahrungen in Deutschland.

Von jeder Milch wurde entsprechend den Angaben des Herstellers eine ausreichende Menge hergestellt. Daraufhin wurde eine Verdünnungsreihe von 9:1 bis 4:6 angelegt. Hierzu wurde eine Reihe von Gefäßen mit von 90 ml über 80, 70 ... bis zu 40 ml fallenden Milchmengen die Menge Wasser zugegeben, um 100 ml Gesamtmenge zu erreichen.

Zum Geschmacksvergleich wurde reife Frauenmilch verwendet, wie sie jeweils aus der Frauenmilchsammelstelle der Kinderklinik Neuburg erhältlich war.

Durchführung: Die jeweils 15 erwachsenen Versuchspersonen, Schwestern und Ärzte der Klinik, die sich freiwillig zur Verfügung gestellt haben, erhielten nun eine Reihe von Bechern mit Milch zur Geschmacksprobe, wobei sie die Aufgabe hatten, zu entscheiden, bei welcher Verdünnungsstufe sie die gebotene Nahrung als gleich süß zur reifen Frauenmilch empfanden. Die Versuchspersonen hatten vor und während dem Test keine Gelegenheit, ihren Geschmack mit dem anderer zu vergleichen.

Ergebnisse:

Nahrung 1: 14 g Nahrungspulver / 90 ml Wasser

VP	Verdünnung in %						
	0	10	20	30	40	50	60
1		x					
2						x	
3				x			
4		x					
5				x			
6					x		
7			x				
8			x				
9					x		
10				x			
11			x				
12	x						
13			x				
14				x			
15		x					

Bei 25%iger Verdünnung wurde Nahrung 1 durchschnittlich als gleich süß zur Frauenmilch empfunden.

Nahrung 2: 14,5 g Milchpulver / 90 ml Wasser

VP	Verdünnung in %						
	0	10	20	30	40	50	60
1						x	
2				x			
3					x		
4					x		
5				x			
6						x	
7					x		
8						x	
9				x			
10						x	
11						x	
12					x		
13						x	
14					x		
15				x			

Nahrung 2 wurde durchschnittlich in einer Verdünnung von 40% als gleich süß zur Frauenmilch empfunden.

Nahrung 3: 14 g Milchpulver auf 86 ml Wasser

		Verdünnung in %						
VP	0	10	20	30	40	50	60	
1							x	
2							x	
3							x	
4						x		
5							x	
6						x		
7				x				
8					x			
9						x		
10				x				
11						x		
12						x		
13							x	
14						x		
15							x	

Nahrung 3 wurde durchschnittlich in 50%iger Verdünnung als gleich süß zur Frauenmilch empfunden.

Nahrung 4: 16 g Milchpulver / 84 ml Wasser

VP	Verdünnung in %						
	0	10	20	30	40	50	60
1						x	
2					x		
3					x		
4						x	
5				x			
6				x			
7				x			
8						x	
9					x		
10						x	
11						x	
12					x		
13						x	
14					x		
15				x			

In 42%iger Verdünnung wurde Nahrung 4 im Durchschnitt als gleich süß zur Frauenmilch empfunden.

Nahrung 5: 1,5 g Milchpulver / 90 ml Wasser

VP	Verdünnung in %						
	0	10	20	30	40	50	60
1						x	
2					x		
3							x
4						x	
5						x	
6				x			
7			x				
8				x			
9						x	
10				x			
11					x		
12				x			
13					x		
14					x		
15					x		

In 40%iger Verdünnung wurde Nahrung 5 im Durchschnitt als gleich süß zur Frauenmilch empfunden.

Nahrung 6: 15 g Milchpulver / 90 ml Wasser

VP	Verdünnung in %						
	0	10	20	30	40	50	60
1							x
2					x		
3						x	
4							x
5					x		
6						x	
7					x		
8						x	
9					x		
10							x
11						x	
12						x	
13						x	
14					x		
15				x			

Nahrung 6 wurde in 47%iger Verdünnung im Durchschnitt als gleich süß zur Frauenmilch empfunden.

Die Zuckerkonzentrationen der Nahrungen sind folgende:

Nahrung	Saccharose	Laktose	Dextrimaltose	Polysaccharide
1	0 g %	7,8 g %	0 g %	0 g %
2	1,3	4,7	0,5	1,9
3	3,4	2,3	0	2,4
4	2,0	4,4	0	2,3
5	1,8	4,6	0,6	1,9
6	3,5	3,0	0	2,5
reife FM*	0	7,1	0	0

* nach Geigy, Tab. S. 484: 4,9 - 9,3 g% Laktose sind in reifer Frauenmilch enthalten.

Deutung: der Versuch ergab also, daß alle künstlichen Nahrungen süßer empfunden wurden als Frauenmilch. Natürlich war bei diesem notwendigerweise subjektiven Test die Variationsbreite der Einzelergebnisse relativ groß. Umso bemerkenswerter ist es jedoch, daß sich die Mittelwerte weit weniger unterscheiden.

Bezogen auf den Zuckergehalt ergibt sich:

Nahrung	Kohlenhydrate	Saccharose	Verdünnungsstufe, bei
	insgesamt in		der gleich süß zur FM
	g%		empfundene wird

1	7,8	0	25%
2	8,4	1,3	40%
3	8,1	3,4	50%
4	8,7	2,0	42%
5	8,9	4,8	40%
6	9,0	3,5	47%

Die Ergebnisse zeigen, daß saccharosefreie Nahrung mit 25% am wenigsten süß empfunden wird. Nahrungen mit geringeren Saccharosekonzentrationen von 1,3 bis 2,0% werden mit 40 bis 42% deutlich süßer empfunden. Am süßesten werden mit 47 bis 50% die beiden Nahrungen mit über 3% Saccharose eingestuft.

Diese Gegenüberstellung zeigt deutlich, daß die Süße der Nahrungen wesentlich höher ist, als der leicht vermehrte Gesamtzuckergehalt (zwischen 0,6 bis 1,9 g%) vermuten läßt. Dies ist darauf zurückzuführen, daß Saccharose, die in den Nahrungen 2 bis 6 zugefügt ist, eine wesentlich stärkere Süßkraft hat, als beispielsweise Laktose oder Polysaccharide.

Nahrung 1 ist eine adaptierte Nahrung, bei der keine

Saccharose, sondern nur Laktose zugegeben wird. Daher ist auch die Verdünnungsstufe, die gleich zur Frauenmilch empfunden wird, mit 25 % auch wesentlich niedriger, als bei den Nahrungen 2 bis 6.

2. Kohlenhydratversuch

In einer weiteren Versuchsreihe sollte der Frage nachgegangen werden, ob der süße Geschmack einer Nahrung vom Zuckergehalt bzw. Kohlenhydratgehalt allein abhängig sei.

Prinzip: Hierfür wurden die Kohlenhydrate von vier Fertignahrungen in gleicher Menge ausgewogen und dann in Wasser aufgelöst. Es stand also jeweils der Vollnahrung ein Präparat zum Vergleich gegenüber, das die gleichen Kohlenhydratkonzentrationen enthielt.

Gehalt der einzelnen Nahrungen an Saccharose, Laktose und Stärke in g%.

Nahrung	Saccharose	Laktose	Stärke
1	0	7,8	0
2	3,4	2,3	2,4
3	2,0	4,4	2,3
4	3,5	3,0	2,5

Durchführung: Die diesmal 13 Versuchspersonen hatten nun die Aufgabe zu entscheiden, ob sie die Kohlenhydratlösung oder die Fertignahrung als süßer empfinden, oder ob beide gleich sind.

Ergebnisse:

Nahrung:	1	2	3	4
süßer:	11	11	10	12
gleich süß:	0	0	2	1
weniger süß:	2	2	1	0

Es stellt sich hierbei also heraus, daß die wässrige Kohlenhydratlösung vom weitaus größeren Teil der Versuchspersonen als weniger süß empfunden wird, als die fertig angerührte Nahrung.

Hierzu führt V. Pudél auf dem Nestlé-Symposium (31) die Wechselwirkung zwischen Fett und Süß an, die gemeinsam zu einer gesteigerten Süßempfindung führen können.

3. Fütterungsversuch:

Die vorausgehenden Versuche hatten für erwachsene Testpersonen weit höher empfundene Süßigkeitsgrade von künstlichen Säuglingsnahrungen im Vergleich zu der na-

türlichen Säuglingsnahrung ergeben. Es war nun aufgrund der in der Literatur angegebenen Süßigkeitsempfindlichkeit und -freudigkeit von Säuglingen zu prüfen, ob diese tatsächlich von der süßeren Nahrung auch größere Mengen zu sich nehmen würden. Dies würde bedeuten, daß hier neben dem physiologischen Hunger noch eine psychologische Freude am Geschmack, d. h. also Appetit, die Nahrungsaufnahme beeinflussen würde.

Wir führten die Versuche, der besseren Kontrolle wegen, an Patienten durch, die in der Klinik lagen. Solche Versuche an Säuglingen sind deshalb schwer durchführbar, da neben der Einwilligung der Eltern das Kind einen regelmäßigen Stoffwechsel aufweisen, also nicht akut krank sein soll, jedoch für den Versuch lange genug, also zehn Tage im Krankenhaus liegen mußte. Diese Bedingungen konnten nur in Einzelfällen erfüllt werden.

Das Prinzip war einfach. Das Kind erhielt fünf Tage lang eine und dann fünf Tage lang die zweite Nahrung angeboten, und zwar ad libitum, das heißt, daß es trinken konnte, soviel es wollte. Bei den Nahrungen handelte es sich einmal um Frauenmilch, das andere Mal um eine Fertignahrung.

Ergebnisse:

Patient 1: A. M. geb. 30. 5. 83, 6 Monate alt

Z. n. Enteritis, Spuckneigung

1. Trinkmengen:

30. Nov. bis 5. Dez.

Frauenmilch = FM

30. 11. 730 g

1. 12. 770 g

2. 12. 790 g

3. 12. 840 g

4. 12. 850 g

5. 12. 850 g

4 830 : 6 =

805 g

6. Dez. bis 11. Dez.

teiladaptierte Milch = tM

6. 12. 900 g

7. 12. 910 g

8. 12. 870 g

9. 12. 900 g

10. 12. 870 g

11. 12. 940 g

5 390 : 6 =

898 g,

d. h. + 12%

2. Körpergewicht:

30. 11. 83 FM 6 870 g

5. 12. 83 FM 6 740 g d. h. - 130 g

6. 12. 83 tM 6 760 g

11. 12. 83 tM 6 740 g d. h. - 20 g

Patient 2: Y. Ö., geb. 2. 10. 83, 2 Monate alt

Praetoxicose, Dyspepsie, Otitis
media, Intertrigo

1. Trinkmengen:

13. Dez. bis 17. Dez.

18. Dez. bis 22. Dez.

teiladaptierte Milch

Frauenmilch

13. 12. 800 g

18. 12. 850 g

14. 12. 850 g nicht nach-
gefüttert

19. 12. 1130 g

15. 12. 1110 g

20. 12. 1120 g

16. 12. 1185 g

21. 12. 1100 g

17. 12. 1050 g

22. 12. 1250 g

3 345 g : 3 =

5 450 : 5 =

1 115 g d. h. + 2%

1 090 g

2. Körpergewicht:

13. 12. 83 tM 4 650 g

17. 12. 83 tM 4 880 g d. h. + 230 g

18. 12. 83 FM 4 900 g

22. 12. 83 FM 5 010 g d. h. + 110 g

Patient 3: H. A. geb.: 18. 9. 84, 10 Wochen alt
Frühgeborenes 32. SSW, Alkohol-
embryopathie, nun zur Entlassung

1. Trinkmengen:

4. Dez. bis 8. Dez.

Frauenmilch

4. 12. 570 g

5. 12. 580 g

6. 12. 600 g

7. 12. 600 g

8. 12. 500 g

2 850 g : 5 =

570 g

9. Dez. bis 14. Dez.

adaptierte Milch = aM

9. 12. 580 g

10. 12. 580 g

11. 12. 580 g

12. 12. 530 g

13. 12. 590 g

14. 12. 600 g

3 460 g : 6 =

577 g

d. h. + 1,3%

2. Körpergewicht:

4. 12. 84 3 200 g FM

8. 12. 84 3 340 g FM d. h. + 140 g

9. 12. 84 3 370 g aM

14. 12. 84 3 560 g aM d. h. + 190 g

Patient 4: S. A. geb. 24. 10. 84, 6 Wochen alt
leichte Unreife, 35. SSW,
praenatale Dystrophie

1. Trinkmengen:

5. Dez. bis 9. Dez.	10. Dez. bis 14. Dez.
Frauenmilch	adaptierte Milch
5. 12. 445 g	10. 12. 470 g
6. 12. 480 g	11. 12. 510 g
7. 12. 530 g	12. 12. 490 g
8. 12. 470 g	13. 12. 520 g
9. 12. <u>420 g</u>	14. 12. <u>540 g</u>
1 860 g : 5 =	2 530 g : 5 =
373 g	506 g
	d. h. + 26%

2. Körpergewicht:

5. 12. 84 FM 2 400 g	
9. 12. 84 FM 2 500 g	d. h. + 100 g
10. 12. 84 aM 2 500 g	
14. 12. 84 aM 2 600 g	d. h. + 100 g

Patient 5: D. H., geb. 14. 7. 85, 1 Monat alt
muskulärer Schiefhals links

1. Trinkmengen

15. Aug. bis 20. Aug.		21. Aug. bis 25. Aug.	
Frauenmilch		adaptierte Milch	
15. 8.	750 g	21. 8.	830 g
16. 8.	880 g	22. 8.	870 g
17. 8.	900 g	23. 8.	770 g
18. 8.	920 g	24. 8.	760 g
19. 8.	920 g	25. 8.	<u>750 g</u>
20. 8.	<u>910 g</u>	4 080 g : 5 =	
5 380 g : 6 =		816 g	
896 g		d. h. - 8,9%	

2. Körpergewicht:

15. 8. 85	FM 4 400 g	
20. 8. 85	FM 4 620 g	d. h. + 220 g
21. 8. 85	aM 4 680 g	
25. 8. 85	aM 4 680 g	d. h. +/- 0 g

Patient 6: B. J., geb. 25. 1. 85, 1 Monat alt

leichte Unreife: 38. SSW, Icterus
gravis

1. Trinkmengen:

28. Feb. bis 5. März	6. März bis 11. März
Frauenmilch	adaptierte Milch
28. 2. 580 g	6. 3. 720 g
1. 3. 640 g	7. 3. 710 g
2. 3. 690 g	8. 3. 700 g
3. 3. 670 g	9. 3. 700 g
4. 3. 730 g	10. 3. 660 g
5. 3. <u>670 g</u>	11. 3. <u>700 g</u>
3 990 g : 6 =	4 190 g : 6 =
665 g	699 g
	d. h. + 4,6%

2. Körpergewicht:

28. 2. 85	FM 3 490 g	
5. 3. 85	FM 3 700 g	d. h. + 210 g
6. 3. 85	aM 3 740 g	
11. 3. 85	aM 4 010 g	d. h. + 270 g

Die unter Frauenmilchernährung festgestellten Zahlen von Trinkmengen und Körpergewicht werden als Ausgangswert mit 100% gewertet und den Ergebnissen bei Kunstmilch gegenübergestellt:

1. Trinkmengen:

	Frauenmilch	Fertignahrung	
Pat 1:	850 g/d	898 g/d	+ 12%
Pat 2:	1 090 g/d	1 115 g/d	+ 2%
Pat 3:	570 g/d	577 g/d	+ 1,3%
Pat 4:	373 g/d	506 g/d	+ 26%
Pat 5:	869 g/d	816 g/d	- 8,9%
Pat 6:	665 g/d	699 g/d	+ 4,6%

2. Körpergewicht:

	Frauenmilch	Fertignahrung	
Pat 1:	- 130 g	- 20 g	+ 84%
Pat 2:	+ 110 g	+ 230 g	+ 110%
Pat 3:	+ 140 g	+ 190 g	+ 35%
Pat 4:	+ 100 g	+ 100 g	+/- 0%
Pat 5:	+ 220 g	+/- 0 g	- 100%
Pat 6:	+ 210 g	+ 270 g	+ 28%

Die Ergebnisse zeigen die Schwierigkeit solcher Versuche, da die Säuglinge zum Teil doch noch erkennbar unter ihren Krankheiten litten. Es ergibt sich jedoch ein Trend zur Vermehrung der Trinkmenge bei Nahrungspräparaten im Gegensatz zur Frauenmilch.

VI. Diskussion

1. Zunächst möchte ich auf meine eigenen Untersuchungen eingehen, die im letzten Kapitel dargestellt worden sind.

Der Schmeckversuch zeigt Überzeugend, daß erwachsene Versuchspersonen die künstlichen Säuglingsmilchen als deutlich süßer empfinden als Frauenmilch. Es handelt sich hierbei um einen geschmacksphysiologischen, also subjektiven Versuch, der keine exakte Datenerhebung zuläßt. Jedoch kristallisierten sich bei jeder der sechs Nahrungen Schwerpunkte heraus, die deutliche Aussagen zulassen (siehe Schmeckversuch Tabelle 2).

Im Kohlenhydratversuch läßt sich nachweisen, daß die Kohlenhydrate nicht allein für die Geschmacksempfindung "süß" zuständig sein können. Hierbei spielen andere Faktoren auch eine Rolle, wie z. B. Eiweiße, die Konsistenz der Nahrung und vor allem Fette, worauf auch V. Pudel 1983 (31) hinweist.

Zum Fütterungsversuch ist zunächst zu sagen, daß keine für eine statistische Auswertung ausreichende Anzahl von Säuglingen getestet werden konnte. Es handelt sich hierbei also um eine Beschreibung von Einzelfällen.

Ausgewählt werden konnten nur Säuglinge, deren gesund-

heitlicher Zustand einen Wechsel der Nahrung überhaupt zuließ. Andererseits blieben die Säuglinge, wenn sie diesen Zustand erreicht haben, meist nicht mehr in klinischer Behandlung. Es ist also schwierig, geeignete Säuglinge zu finden.

Dies sind also die Gründe für die geringe Zahl an Teilnehmern. Die Versuchsergebnisse des Fütterungsversuchs zeigen bei fünf der Säuglinge, nämlich bei den Patienten 1 bis 4 und 6, eine erhöhte Nahrungsaufnahme bei Fütterung der künstlichen Milch. Bis auf Patient 4 haben sie auch im Vergleich zur Frauenmilch stärker zugenommen. Patient 4 hat zwar von der künstlichen Milch wesentlich mehr getrunken, jedoch nicht stärker zugenommen. Er hat diese adaptierte Milch nicht gut vertragen und hat später beim Wechsel auf eine teiladaptierte Nahrung vom 15. 12. bis 20. 12. von 2 620 auf 2 800 g zugenommen, d. h. im Vergleich zur Frauenmilch (= 100% gewertet) um 80% mehr. Dies könnte der realistischere Wert sein. Eine Ausnahme bildet Patient 5, der wesentlich mehr Frauenmilch zu sich genommen hat als Fertignahrung (im Durchschnitt 80 g mehr pro Tag) und entsprechend mehr zugenommen hat.

2. Im zweiten Teil der Diskussion möchte ich versuchen, auf die eingangs gestellten Fragen Bezug zu nehmen.

a) Sind künstliche Säuglingsnahrungen süßer, als Frau-

enmilch?

Hier kann der Schmeckversuch angeführt werden. Die sechs geprüften Nahrungen waren durchwegs süßer als Frauenmilch. Dies betrifft jedoch zunächst nur die sechs geprüften Nahrungen. Die Prüfung erfolgte im Jahre 1983. Inzwischen ist der Saccharosegehalt mehrerer Nahrungen drastisch gesenkt worden. Überdies können wir natürlich auch über andere auf dem Markt befindlichen Nahrungen keine Aussage machen.

b) Reagieren Säuglinge auf die Geschmacksempfindung "süß"?

Wie im III. Kapitel anhand verschiedener Studien dargestellt wurde, reagieren Säuglinge deutlich auf einen süßen Geschmacksreiz, und zwar in positiver Art: Der Saugdruck, die aufgenommene Menge an süßer Lösung, die Herzfrequenz nehmen zu und es zeigt sich ein befriedigter Gesichtsausdruck.

c) Zu was führt die Fütterung süßer Nahrung, führt sie unweigerlich zur Fettsucht?

Diese Frage zu beantworten ist wesentlich schwieriger. Im Kapitel IV habe ich versucht, wichtige Studien zu diesem Thema zusammenzustellen. Zu Beginn der 70er Jahre entstanden eine Reihe von Studien, die auf einen Zu-

sammenhang zwischen künstlicher Nahrung und erhöhter Gewichtszunahme hinwiesen.

Hierher gehört auch unser Fütterungsversuch, wo sich eine Korrelation nachweisen läßt zwischen vermehrter Nahrungsaufnahme bei Fütterung von Fertignahrung und erhöhter Gewichtszunahme bei zumindest vier der Säuglinge. Bei zwei Säuglingen (Patient 4 und 5) läßt sich dies jedoch nicht nachweisen. Es zeigt sich also hier, daß es sehr schwierig ist, eine eindeutige Korrelation zwischen vermehrter Aufnahme von Fertignahrung und Fettsucht nachzuweisen, wobei auch die kurze Beobachtungszeit von je fünf Tagen, die geringe Anzahl der Säuglinge und die Tatsache beachtet werden muß, daß es sich nicht um wirklich gesunde Kinder gehandelt hat.

Diese Schwierigkeiten zeigen auch eine große Anzahl von Studien, die Mitte der 70er Jahre entstanden (s. Kapitel IV), die keinen Zusammenhang zwischen vermehrter Nahrungsaufnahme im Säuglingsalter und Fettsucht im späteren Kindesalter nachweisen konnten. Bisher ist es also nicht erwiesen, daß eine erhöhte Aufnahme süßer Nahrung zur Fettsucht führt.

Vor allem S. J. Fomon und E. E. Ziegler (15) konnten zeigen, daß Säuglinge zwar mehr von süßer Nahrung trinken, jedoch konnten sie keine höhere Gewichtszunahme feststellen, als bei Fütterung weniger süßer Nahrung.

Diese Aussage gilt natürlich auch nur für den Beobachtungszeitraum von je 28 Tagen.

Wir halten es aber jedenfalls für erforderlich, in die Diskussion die Frage "Hunger oder Appetit" einzuführen. Dies heißt, neben den physiologischen auch psychologische Fragen zu berücksichtigen. Es genügt nicht, nur über Konditionierungen des Stoffwechsels oder von Fettzellen zu diskutieren und sie weiter zu erforschen, sondern ebenso über die Konditionierung der Emotionalität zu erhöhtem Genußbedürfnis oder, anders ausgedrückt, zu einer verminderten Tolerierungsbereitschaft weniger gutschmeckender Nahrung.

Solange die Frage nicht ausreichend experimentell bearbeitet worden ist, muß man vom naheliegenderen ausgehen, und das ist ganz einfach, daß süße Nahrungen unerwünscht sein müssen. Denn zum einen ist doch geradezu unverständlich, daß man die größten Bemühungen unternimmt, um künstliche Nahrung der Frauenmilch in allen biochemischen Einzelheiten anzugleichen und dabei glaubt, auf die Geschmacksphysiologie und -psychologie nun gar keine Rücksicht nehmen zu müssen. Es bleibt doch eine Tatsache, und unsere Versuche bestätigen sie, daß das Maß aller Säuglingsnahrung, die Frauenmilch, einfach weit weniger süß ist, als die untersuchten Nahrungspräparate. Warum "adaptiert" man nun die Nahrungen der Säuglinge nicht auch von ihrem Geschmack her?

Darüberhinaus ist es nun noch nicht entschieden, wie weit es zu einer Konditionierung von Eßgewohnheiten und Stimulierung von Appetit schon im ersten Lebensjahr kommt, welche später dem Kinde bleiben und es nun weiterhin zu unmäßiger Nahrungsaufnahme verleiten, nicht aus Hunger, sondern aus dem Bedürfnis, den nun geweckten Appetit im Genuß zu befriedigen.

Unsere Versuche haben hierbei gezeigt, daß über den kurzen beobachteten Zeitraum die Aufnahme von süßer Milch bei fünf Säuglingen größer war als von Frauenmilch, die weniger süß ist. Dies hat sich auch im Gewicht, zumindest bei vieren der Säuglinge niederschlagen.

Andererseits darf man über all dem nicht vergessen, daß Säuglinge ausgezeichnete Rezeptoren für die Geschmacksqualität "süß" besitzen (s. Kap. III). Es ist allem Anschein nach also nur natürlich für den Säugling, auch Informationen über diese Sinnesorgane zu bekommen. Das Ausmaß dürfte jedoch erst heute, wo Zucker in unbegrenzten Mengen zur Verfügung steht, eine besondere Rolle spielen.

In der vorliegenden Arbeit wurde versucht, den Zusammenhängen zwischen der Geschmacksempfindung "süß" und der Aufnahmemenge von Nahrung bei Säuglingen in Bezug zum Gewicht nachzugehen.

Beim Sichten der Literatur läßt sich eine meist positive Reaktion auf "süß" bei Säuglingen feststellen. Jedoch ist der Bezug zum Gewicht nicht ausreichend untersucht.

VII. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit testet den Süßigkeitsgrad von Säuglingsnahrung im Vergleich zu Frauenmilch. Es ergab sich, daß die getesteten Nahrungen von erwachsenen Versuchspersonen im Bereich von 25 bis 50% Verdünnung erst als gleich süß zur Frauenmilch empfunden wurden.

Weiterhin wurden Säuglingsnahrungen in ihrer Süßigkeit mit Zuckerlösungen gleicher Konzentration untersucht. Es zeigte sich, daß die wässrigen Lösungen als weniger süß empfunden wurden, als die entsprechenden Fertignahrungen.

Schließlich wurden in einzelnen Fällen Fütterungsversuche mit Frauenmilch und Säuglingsnahrung ausgeführt. Hierbei ergab sich, daß fünf von sechs Säuglingen mehr von der süßeren künstlichen Nahrung tranken, als von der Frauenmilch und bei vieren der Säuglinge auch das Gewicht im Vergleich zur Frauenmilch stärker zunahm. Die Versuche sprechen für eine Bedeutung der Süßigkeit der Nahrung für das natürliche Gedeihen des Säuglings.

Es ist nicht einzusehen, warum nur biochemische Parameter der Säuglingsnahrung adaptiert werden, der wichtige psychologische der Süßigkeit dabei aber übersehen wird.

VIII. Literaturverzeichnis

1. Antar M. A., Little J. A., Lucas C. Buckley G. C., Cisma A.

"Interrelationship between the kinds of dietary carbohydrate and fat in hyperlipoproteinemic patients"

3. Synergistic effect of sucrose and animal fat on serum lipids.

Atherosclerosis 1: 191-201, 1970

2. Arey L. B., Tremaine M. J., Monzingo F. L.

The numerical and topographical relations of taste buds to human circumvallatae papillae throughout the life span

Anat. Rec. 64: 9-25, 1935-36

3. Birchwood B. L., Little J. A., Antar M. A., Lucas C., Buckley G. C., Cisma A., Kalles A.

Interrelationship between the kinds of dietary carbohydrate and fat in hyperlipoproteinemic patients

2. Sucrose and starch with mixed saturated and polyunsaturated fats.

Atherosclerosis 11: 183-190, 1970

4. Bradley R. M., Stern I. B.

The development of the human taste bud during the foetal period

J. Anat; 101, 743-752, 1967

5. Brook C. G. D.

Evidence for a sensitive period in Adipose-Cell
Replication in man

Lancet II, 624-34, 1972

6. Brown M. S., Grunfield C. C.

Taste Preference of Infants for sweetened or un-
sweetened foods

Research in Nursing and Health 3: 11-17, 1980

7. Crook C. K.

Taste perception in the newborn infant

Inf. Behav. and Development 1, 52-66, 1978

8. Crook C. K., Lipsitt L. P.

Neonatal nutritive sucking: Effects of taste sti-
mulation upon sucking rhythm and heart rate

Child Dev. 47, 12: 518-522, 1976

9. Desor J. A., Maller O., Turner R. E.

Taste in acceptance of sugars by human infants

J. of Comp. Physiol. Psychol. 84: 496-501, 1973

10. De Swiet M.

Effects of feeding habits on weight in infancy

Lancet 1: 892-4, 1977

11. Dine M. S., Gartside P. S., Glueck C. J., Rheines

L., Greene G., Khoury P.

Where do the heaviest children come from?

Pediatrics 63: 1-7, 1979

12. Dubois Sh., Hill D. E., Beaton G. H.
An examination of factors believed to be associated with infantile obesity
Am. J. Clin. Nutr. 32: 1997-2004, 1979
13. Dugdale A. E.
Infant feeding, growth and mortality: A 20-year study on an Australian Aboriginal Community
Med. J. Aust 2 (7): 380-5, 1980 Oct 4
14. Eid E. E.
Follow- up study of physical growth of children having excessive weight gain in the first 6 month of life
Br. Med. J. II: 74, 1970
15. Fomon S. J., Ziegler E. E.
Sweetness of Diet and Food Consumption by Infants
Proc. Soc. Exp. Biol. & Med. 173, 190-193, 1983
16. Grande F.
Sugar and Cardiovascular Disease
World Rev. Nutr. Diet, 22: 248-269, 1975
17. Heidrich F.
Über das Vorkommen von Flimmerepithel an menschlichen Papillae vallatae
Anat. Anz. 28: 315-316, 1906
18. Hofvander Y., Hagmann U., Hillervik C., Sjölin S.
The amount of milk consumed by 1-3 month old breast- or bottle fed infants
Acta paed. Scand 71: 953-58, 1982

19. Holly D., Cullen D.

A comparison of weight gain in breast fed and
bottle fed babies

Public Health 91: 113-116, 1977

20. Kahn H. A., Herman J. B., Medalie J. H., Neufeld H.
N., Riss E., Goldbourt U.

Factors related to diabetes incidence: a multiva-
riate analysis of two years observations on 10 000
men.

J. Chronic Dis. 23: 617-29, 1971

21. Keen H., Thomas B. J., Barrett R. J., Fuller J. H.

Nutrient intake, adiposity and diabetes in man
Br. Med. J. 1: 655-58, 1979

22. Keys A.

Sucrose in the diet and coronary heart disease
Atherosclerosis 14: 137-52, 1971

23. Köhler L., Meeuwisse G., Mortensson W.

Food intake and growth of infants between six and
twenty-six weeks of age on breast-milk, cow's milk
formula or soy formula

Acta paediatr. Scand. Jan 73 (1): 40-8, 1984

24. Künzel W.

Karies - Zucker - Fluorid

Ernährungsforschung Heft 1, 28: 25, 1983

25. Lalonde E. R., Eglitis J. A.

Number and distribution of taste buds on the epi-
glottis, pharynx, larynx, soft palate and uvula in
a human newborn

Anatomical record 140, 91-95, 1961

26. Little J. A., Birchwood B. L., Simmonds D. A., Antar M. A., Kalles A., Buckley G. C., Cisma A.
Interrelationship between the kinds of dietary carbohydrate and fat in hyperlipoproteinemic patients. 1. Sucrose and starch with polyunsaturated fat
Atherosclerosis 11: 173-181, 1970
27. Maar J. W., Heady J. A.:
Levels of dietary sucrose in patients with occlusive atherosclerotic disease
(Letter to Editor), Lancet II., 146, 1964
28. McGandy R. B., Hegstedt D. M., Myers M. L., Stare F. J.
Dietary carbohydrate and cholesterol levels in man
Am. J. Clin. Nutr. 18: 237-242, 1966
29. Morris J. N., Marr J. W., Clayton D. G.
Diet and heart: a postscript
Br. Med. J. 2: 1307-14, 1977
30. Melbin T., Vuille J.-C.
Weight gain in infancy and physical development between 7 and 10 1/2 years of age
Brit. J. prev. soc. Med. 30: 233-238, 1976
31. Nestle-Symposium
Die Bedeutung der Saccharose für die Ernährung des Kindes
Nestle-Schriftenreihe 1983

32. Nowlis G. H., Kessen W.

Human newborns differentiate differing concentrations of sucrose and glucose
Science 191: 865-866, 1976

33. Nuttal F. Q., Gannon M. C.

Sucrose and disease
Diabetes Care März - April 4 (2): 305-10, 1981

34. Preuss H. G., Fournier R. D.

Minireview: Effects of sucrose ingestion on blood pressure
Life Sci. 30: 9-16, 879-886, 1982

35. Russel A. L.

World epidemiology and oral health
Environmental Variables in Oral Disease. Publ. No. 81
Am. Assoc. Adv. Sci., Washington D.C. pp 21-39, 1966

36. Scheinin A., Makinen K. K., Ylitalo K.

Turku sugar studies, I. An intermediate report on the effects of sucrose, fructose and xylitol diets on the caries incidence of man.
Acta Odontol. Scan 33 (Suppl 70) 5-34, 1975

37. Steiner J. E.

Human facial expressions in response to taste and smell stimulation
Advances in Child Dev. Behav. 13: 257-295, 1979

38. Sveger T.

Does overnutrition or obesity during the first year affect weight at age four?

Acta Paediatr. Scand. 67 (4): 465-7, 1978

38. Sveger T., Lindberg T., Weibull B., Olsson O.

Nutrition, overnutrition and obesity in the first
year of life in Malmö

Acta Paediatr. Scand. 64. 635-640, 1975

40. Taitz L. S.

Infantile overnutrition among artificially fed
infants in the Sheffield region

Brit. Med. J. 1: 315-316, 1971

41. Tanner J. M., Whitehouse R. H., Tabaishi M.

Arch. Dis. Child 41, 613-635, 1966

42. Vobecky J. S. et al.

Nutrient intake patterns and nutritional status
with regard to relative weight in early infancy

Am. J. Clin. Nutr. Nov. 38 (5): 730-8, 1983

43. Walker A. R. P.

Sugar intake and coronary heart disease

Atherosclerosis 14: 137-52, 1971

44. Walker A. R. P.

Sugar intake, obesity and coronary heart disease

S. Afr. Med. J. 43: 1513-14, 1969

45. Walker A. R. P.

Sugar intake and diabetes mellitus

S. Afr. Med. J. 51: 842-51, 1977

46. West K. M.

Factors associated with occurrence of diabetes
In Epidemiology of Diabetes and its vascular
lesions

New York, Elsevier, pp 191-283; 1978

47. Yamada F.

The geographical distribution of dental caries
prevalence rate in Japan

Quintessence International 6: 79-84, 1980

48. Yeung D. L., Pennell M. D., Leung M., Hall J.

Infant fatness and feeding practices: a longitudinal
assessment

J. Am. Diet. Assoc. Nov 79 (5): 531-5, 1981

49. Yudkin J.

Dietetic aspects of atherosclerosis

Angiology 17: 127-32, 1966

50. Yudkin J.

Diet and coronary thrombosis: Hypothesis and facts

Lancet II. 154-162, 1957

51. Yudkin J., Morland J.

Sugar intake and myocardial infarction

Am. J. Clin. Nutr. 20: 108-115, 1967

52. Yudkin J., Roddy J.

Levels of dietary sucrose in patients with occlusive
atherosclerotic disease

Lancet II., 6-8, 1964

Postskriptum Januar 1988

Die Konzeption zu der vorliegenden Dissertation entstand im Jahre 1983 während meiner Famulatur in der Kinderklinik Neuburg. Ich bedanke mich bei Prof. Peter Sachtleben für anregende Gespräche und im Anschluß daran die Möglichkeit, die in meiner Arbeit beschriebenen experimentellen und klinischen Untersuchungen dort durchzuführen. Leider war mir die entgeltliche Ausarbeitung der Dissertation erst im Jahre 1986/87 möglich. Die inzwischen fortgeschrittene Diskussion bis hin zur Reaktion der Milchindustrie bestätigen unser damaliges, nur mit einfachen Mitteln experimentell von uns prüfbares Konzept.

Dies betrifft auch das 1987 erschienene Referat einer Arbeitstagung zum Thema der Hunger- und Sättigungsregulation im Säuglings- und Kindesalter, die in Zürich abgehalten worden war, als auch die in der folgenden Tabelle festgehaltene Änderung des Saccharosegehaltes von 4 der insgesamt 6 von uns untersuchten Nahrungen:

	Saccharose		Laktose		Polysaccharide	
	1983	1987	1983	1987	1983	1987
Nahrung 1	-	-	7,5	7,5	-	-
Nahrung 2	1,3	-	4,7	6,0	1,9	-
Nahrung 3	3,4	-	2,3	6,1	2,4	1,9
Nahrung 4	2,0	-	4,4	6,5	2,3	2,2
Nahrung 5	1,8	-	4,6	7,0	1,9	-
Nahrung 6	3,5	2,4	3,0	4,2	2,5	2,0

Lebenslauf

Am 20. 8. 1959 wurde ich, Maria-Elisabeth Wüllenweber als Tochter des Journalisten Hans Wüllenweber und seiner Ehefrau Elisabeth Wüllenweber, geb. Broich, in Jülich, Rheinland, geboren. Eingeschult wurde ich 1966 in die Volksschule Bergheim-Kenten. Ab 1969 besuchte ich das Tagesheimgymnasium Kerpen bei Köln, wo ich 1978 das Abitur bestand. Nach zwei Semestern Kunstgeschichte und Germanistik in Bonn begann ich 1979 das Medizinstudium in Aachen, wo ich 1981 die ärztliche Vorprüfung bestand. Die klinischen Semester verbrachte ich in Homburg/Saar, München (Technische Universität und Ludwig-Maximilians-Universität). Ende 1985 bestand ich an der Ludwig-Maximilians-Universität das III. Staatsexamen. Meine Weiterbildung begann ich im August 1986 in der chirurgischen Arztpraxis Dr. Ländler in Kerpen bei Köln, wo ich zur Zeit noch tätig bin.

